

K



A

Gestion de l'irrigation de périmètres canniers



N

Manuel d'utilisation

E



A



Michel GINER et Pierre LANGELLIER
CIRAD

Unité propre de recherche Systèmes de culture annuels
Janvier 2009

U



Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

SOMMAIRE

1	IRRIGATION DE LA CANNE À SUCRE	4
1.1	CONTRAINTES DE L'IRRIGATION.	4
1.2	DÉFINITION DE LA CAMPAGNE D'IRRIGATION (FIG.2).	5
2	BASES DU MODÈLE KANEAU.	6
2.1	PRINCIPES GÉNÉRAUX	6
2.2	BASE DE DONNÉES	7
2.3	APPLICATION AUX SYSTÈMES D'IRRIGATION	8
2.3.1	Couverture totale.....	8
2.3.2	Couverture intégrale.	9
2.3.3	Pivots	9
2.3.3.1	Bases de la modélisation.	10
2.3.3.2	Contrôle des performances de l'irrigation fournies par KANEAU.	11
3	CONDUITE À TENIR EN CAS DE PLUIE.....	12
4	AIDE À LA DÉCISION EN CAS DE PÉNURIE D'EAU	15
5	DESCRIPTION DU LOGICIEL.	16
5.1	GÉNÉRALITÉS (FIG.6).....	16
5.2	ÉCRAN DE DÉMARRAGE (FIG.7)	16
5.3	TABLEAU DE BORD (FIG.8 ET 9).....	17
5.4	DÉMARRAGE DE CYCLE (FIG.10).....	18
5.5	VISUALISATION ET TRAITEMENT DES CONSEILS EN IRRIGATION (FIG.11)	19
5.6	SAISIE DES ARRÊTS D'IRRIGATION (FIG.12).....	20
5.7	VISUALISATION ET TRAITEMENT DES CONSEILS APRÈS PLUIE (FIG.13)	21
5.8	SAISIE DE LA FIN D'UN TOUR D'EAU (FIG.14).....	21
5.9	BILAN HYDRIQUE « OPTIONNEL » (FIG.15).....	22
5.10	AJUSTEMENT DU COEFFICIENT CULTURAL Kc (FIG.16)	23
5.11	SORTIES GRAPHIQUES DU BILAN HYDRIQUE (FIG.17).....	24
5.12	SORTIES DU BILAN HYDRIQUE (FIG.18).....	24
5.13	BILAN DES FINS D'IRRIGATION (FIG.19).....	25
5.14	SYNTHÈSE DES DONNÉES CUMULÉES (FIG.20)	25
5.15	HIÉRARCHISATION DE L'IRRIGATION (FIG. 21, 22)	26
5.16	GESTION DU MATÉRIEL (FIG.23).....	27
5.17	STATIONS DE POMPAGE (FIG.24).....	28
6	ÉTATS DE SORTIES (FIG.25).....	29
6.1	ÉTAT DE SORTIE DES CONSEILS (FIG.26)	29
6.2	ÉTAT DE SORTIE DE LA HIÉRARCHISATION DES PARCELLES (FIG.27)	30
6.3	ÉTAT DE SORTIE DU BILAN APRÈS PLUIE ET CONSEILS	30
6.4	ÉTAT DE SORTIE DES ARRÊTS D'IRRIGATION (FIG.28)	30
6.5	ÉTAT DE SORTIE DU BILAN HYDRIQUE (FIG.29).....	31
6.6	ÉTAT DE SORTIE DES FINS D'IRRIGATION (FIG.30)	31
6.7	ÉTAT DE SORTIE DES DONNÉES CUMULÉES (FIG.31)	31

Sigles utilisés

BH : Renvoie au modèle de Bilan Hydrique

DNP : Dose Nette Prévue

DBP : Dose Brute Prévue

BsQP : Besoin en eau quotidien prévu

DNQA : Dose nominale quotidienne de l'appareil

DNA : Dose nominale de l'appareil

TA : Temps d'application de la dose. Dans le cas des asperseurs, il s'agit du temps par poste.

DA : Dose Appliquée

Iasp : Irrigation d'avant saison des pluies et d'après récolte (hémisphère N).

Ipsp : Irrigation d'après saison des pluies et d'avant récolte (hémisphère N).

DTC : Durée totale cycle

IREO% : indice de réalisation opérationnelle.

NA : Nombre de sprinklers

NR : Nombre de rampes

ETc : Evapotranspiration maximale (mm/j)

ETc.adj : Evapotranspiration réelle (mm/j)

P : Pluie

Irr : Irrigation

RU : Réserve utile

Dr : Drainage

1 Irrigation de la canne à sucre

1.1 Contraintes de l'irrigation.

L'irrigation est un facteur important dans la culture de la canne à sucre. C'est une culture qui nécessite de mobiliser de grandes quantités d'eau. Ainsi, une production de 100 tonnes de cannes par hectare, nécessite un apport approximatif, selon la zone, de 700 à 1500 millimètres d'eau soit 10 000 mètres cube à l'hectare.

Cependant, les évolutions climatiques et démographiques placent l'exploitation agricole devant le souci permanent de respecter l'équilibre de l'environnement, et de contrôler ses coûts de production. Dans ce contexte contraignant, la limitation de la consommation de l'eau agricole devient un challenge permanent. Dans le cas le plus fréquent d'exploitations industrielles, le problème essentiel concernant la gestion de l'eau, est lié à l'énergie nécessaire pour le pompage de l'eau et sa distribution. Les charges liées à l'irrigation sont élevées et couvrent approximativement un tiers des charges de la culture. Il est donc nécessaire de bien gérer cet intrant en n'amenant à la plante que la quantité d'eau qui lui est strictement nécessaire, en gérant au mieux le matériel et en réduisant au mieux les pertes en réseau. La disposition d'un outil automatisé de gestion de l'irrigation revêt alors un intérêt primordial.



C'est pourquoi, lors de la conception du logiciel KANEAU, l'effort de réflexion a surtout été porté sur l'élaboration de règles de gestion de la dose au niveau des parcelles, et non pas sur un choix de modèle de bilan hydrique que l'on considère comme résolu. Le moteur de bilan hydrique que nous avons utilisé, est un modèle simple à deux réservoirs programmé sous Visual Basic (fig 1) ; l'ensemble du logiciel s'articule autour d'une base de données relationnelle.

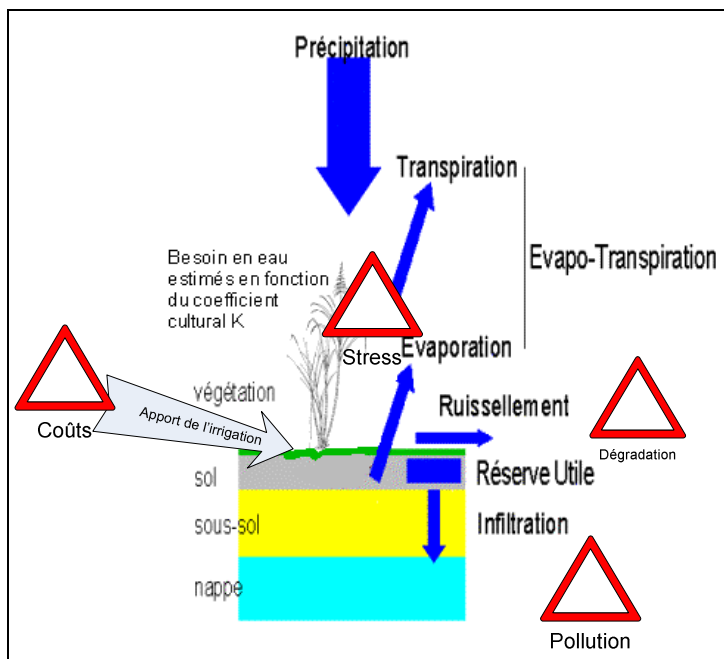


Figure 1: Cycle de l'eau.

A la suite de l'expérience de terrain acquise sur les périmètres sucriers africains, nous avons développé un logiciel simple à utiliser et répondant aux préoccupations des exploitants de ces périmètres. En culture industrielle, les difficultés liées à la mise en œuvre de l'irrigation sont très diverses. Comme difficultés essentielles nous avons retenu, dans le cadre de ce travail, la variabilité et l'imprévisibilité des événements. La première intervient au niveau des équipements de surface (ex: variabilité des matériels), la seconde au niveau du fonctionnement (ex: variabilité de la fourniture d'énergie). A l'intérieur d'une même parcelle, il peut y avoir également, du fait de sa forme, des longueurs différentes de rampes, et donc des conditions de débit différentes. Il en résulte le non respect du tour d'eau, qui est l'une des conséquences les plus complexes à prendre en compte car les causes en sont nombreuses : la fourniture d'énergie, les casses, les façons culturales, l'entretien.

Comment dès-lors réaliser un conseil à l'irrigation suffisamment robuste pour être facilement applicable sur l'exploitation agricole ?

Il a fallu, au préalable, émettre des hypothèses de simplification qui tiennent compte des résultats du bilan hydrique quotidien et de l'ensemble de ces contraintes, et qui rendront le conseil calculable et raisonnablement applicable.

1.2 Définition de la campagne d'irrigation (fig.2).

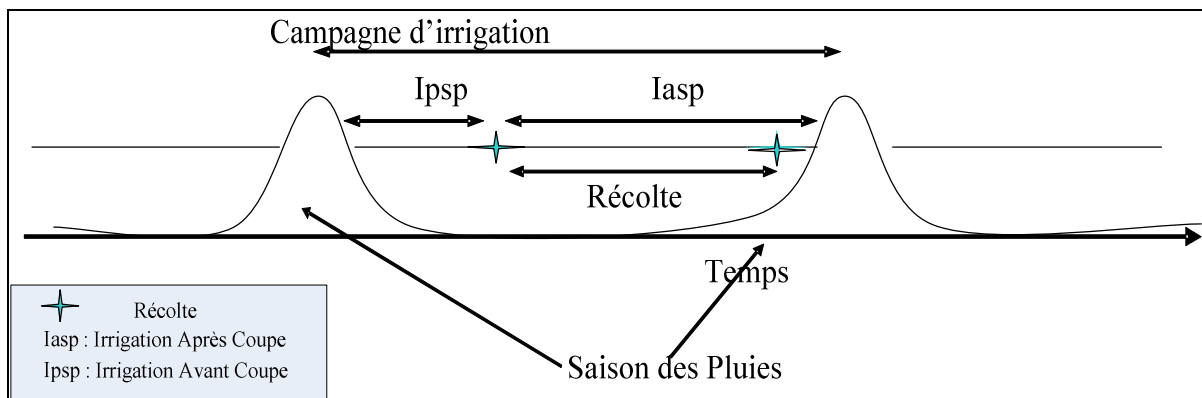


Figure 2 : Schématisation de la campagne d'irrigation

La définition de la campagne d'irrigation, illustrée par la figure 2, s'applique à une campagne d'un an, correspondant au cycle cultural le plus fréquent dans l'hémisphère nord. Le logiciel KANEAU peut aussi prendre en compte des cycles de culture plus longs. Une campagne débute à la date où l'irrigation doit reprendre, c'est-à-dire après la saison des pluies, et va jusqu'à la date d'arrêt de l'irrigation, c'est à dire just'avant la saison des pluies.

2 Bases du modèle KANEAU.

2.1 Principes généraux

1]- On considère la parcelle dans son entier. La dose est calculée pour l'ensemble de la parcelle quelle que soit son hétérogénéité.

2]- Dans le cas de la couverture intégrale, parce que les variations de pression ne peuvent pas être considérées dans le détail, la dose est calculée pour un asperseur et généralisée à l'ensemble de la parcelle ; cette règle est posée en partant du principe que le temps d'application calculé est toujours le même, alors que la pression varie.

3]- La notion de tour d'eau est abandonnée au profit d'une durée de cycle systématiquement réajustée à la fin de chaque tour. Le cycle est donc la notion de base prise en compte dans le logiciel (fig.3). En l'absence d'arrêts d'irrigation, le cycle doit correspondre au tour d'eau théorique prévu à la conception du réseau d'irrigation. Le début du cycle, correspondant au début d'un tour d'eau, est déterminé par l'exploitant. Ensuite l'irrigation se déroule avec éventuellement des arrêts dus au déplacement du matériel, à des pannes ou casses ou à la pluie. On arrête l'irrigation lorsque la dose d'eau initialement prévue a été apportée.

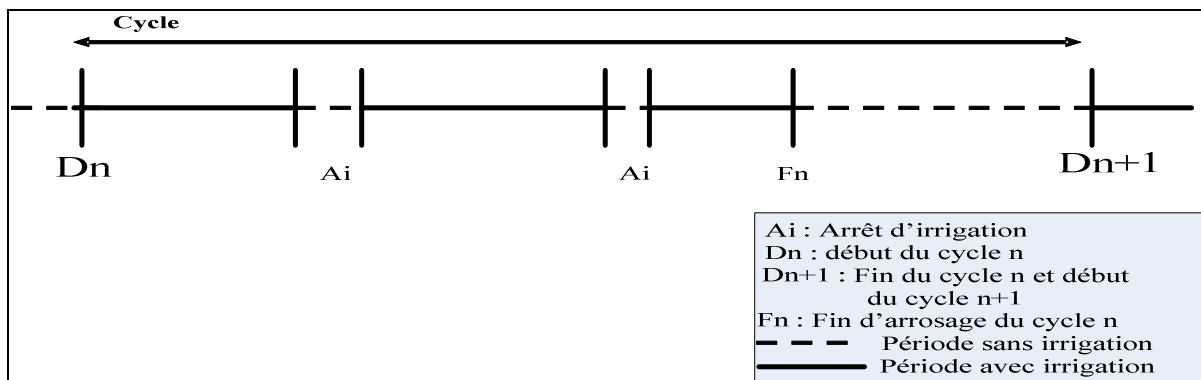


Figure 3 : Schématisation du cycle d'irrigation

Le cycle d'irrigation est considéré comme un ensemble d'événements non discrétisables. En effet, les dates Dn et Dn+1 suffisent à définir seules la durée du tour d'eau. C'est ainsi qu'on peut intégrer des interruptions imprévues d'irrigation, à la fois dans le temps et dans leurs durées, sans les considérer dans leurs détails.

Si un relevé des pressions aux asperseurs peut être réalisé par un échantillonnage réaliste des parcelles, les variations de pression, essentiellement liées aux variations de fourniture de l'énergie, pourraient alors être prises en compte. Aux approximations près liées à l'échantillonnage, on va intégrer ce paramètre dans sa globalité en attribuant une pression moyenne à la parcelle.

En résumé, pour la petite aspersion à moyenne pression, les seuls paramètres retenus comme invariables sont :

- * La date de démarrage du tour (certain)
- * La durée calculée de l'arrosage (calculée d'après le bilan hydrique)

Tous les autres paramètres sont essentiellement variables et non maîtrisables.

Les variables nécessaires à la gestion de l'eau sont calculées à partir de la dose nette prévue (DNP) qui est la variable d'entrée directement issue du bilan hydrique. En fait, tout pilotage de l'irrigation est calé sur ce modèle avec des adaptations spécifiques selon les systèmes d'arrosage. Après le calcul de la dose par le bilan hydrique, l'objectif est d'en vérifier a posteriori la qualité de son application. Cette estimation est réalisée au travers d'indicateurs tels que:

- * Le rang effectif du cycle en cours par rapport au cycle théorique.
- * Un indice de réalisation opérationnelle (IREO%), qui traduit la qualité de l'application de la dose. Cet indice ne doit pas être confondu avec l'indice de satisfaction hydrique (E_{tr}/E_{tm}) qui s'applique à des données théoriques optimales alors que celui ci s'applique aux conditions de réalisation pratiques :

$$IREO \% = \frac{\overline{DqE}}{\overline{DqT}} * 100$$

Avec :

$$\overline{DqT} = \frac{DBP}{TE_j} \quad \text{mm (dose moyenne/j)}$$

$$\overline{DqE} = \frac{DA * 24}{(D_{n+1} - D_n)} \quad \text{mm (dose effective moyenne/j)}$$

DBP = dose brute prévue. C'est le résultat du calcul du bilan hydrique.

DA = dose effectivement apportée

A la fin de chaque cycle d'arrosage et à la fin de la campagne d'irrigation toutes les données cumulées sont affichées (en plus des données classiques du bilan hydrique):

- Doses brutes conseillées
- Doses effectivement apportées
- Nombre effectif de cycles réalisés.
- Nombre de cycles théoriques.
- Déficits d'alimentation (mm)
- Indice de réalisation (IREO%)

2.2 Base de données

Kaneau interagit avec une base de données Microsoft Access. L'image de l'exploitation et les relations établies entre les différents objets qui la composent peuvent être constitués dans la base de données. Ainsi, nous pouvons suivre l'information pour résoudre des problèmes ou élaborer des synthèses facilement. Autrement dit, ceci constitue la mémoire de l'architecture et de l'exploitation des parcelles que nous suivons.

Cette base de données est constituée de 19 tables qui stockent les informations sur les parcelles, le matériel d'irrigation, la météo, les résultats des calculs de bilan hydrique et les conseils.

Les paramètres météo nécessaires aux calculs de l'évapotranspiration sont issus de stations d'enregistrement automatiques. Les pluies, ainsi que toutes les autres données, sont saisies manuellement. Les caractéristiques hydrauliques propres au système d'arrosage et à la parcelle sont saisies dans deux tables : la table des données calculées et la table des données mesurées.

Données calculées

En entrée:

- ❖ La dose nette, issue de la simulation du bilan hydrique
- ❖ Le débit moyen issu de la relation $Q=f(P)$.
- ❖ L'efficacité du réseau.

En sortie:

- ❖ Le temps d'arrosage pour un asperseur
- ❖ La durée **effective** d'arrosage d'un cycle complet.
- ❖ La dose effectivement apportée qui va réalimenter le bilan hydrique pour le cycle suivant.

Données mesurées

- ❖ Les pressions aux asperseurs.
- ❖ La date de reprise de l'irrigation.

2.3 Application aux systèmes d'irrigation**2.3.1 Couverture totale**

Selon la définition donnée au paragraphe 2.1 (fig.3), le cycle d'arrosage se termine quand l'irrigation redémarre sur la première position d'asperseur de la rampe, date $D_{(n+1)}$. La durée de ce cycle d'arrosage, $\Delta D = (D_{(n+1)} - D_n)$, intègre sans les différencier les diverses interruptions de l'irrigation en même temps que les déplacements normaux et le temps d'arrosage effectif. Ces dates, stockées dans la base de données, pourront être ultérieurement exploitées pour faire une estimation des temps de déplacement, $\Delta D - DTC$, où DTC représente la véritable durée totale de l'irrigation effective. Mais dans laquelle on ne peut pas différencier les temps d'interruption, autres que ceux imputables aux stricts déplacements, s'ils ne sont pas scrupuleusement notés.

En ce qui concerne les contrôles de doses, si les volumes consommés sont estimés à partir de la fonction $Q = f(P)$, il n'y aura pas d'autre problème que celui de l'échantillonnage de la mesure. Par contre, si les volumes sont mesurés à partir de compteurs, le système mérite d'être explicité. En effet, les volumes seront donc notés à chaque passage du premier asperseur sur sa position UN (première position de la rampe). Cette lecture est utile pour définir la fin d'un cycle et mesurer ce qui vient d'être consommé, elle définit aussi le début du cycle suivant. Au moment de la lecture du débitmètre, il y a d'autres arroseurs en fonctionnement puisque dans le cas d'un système à clapets automatiques, l'irrigation n'est pas arrêtée lors des déplacements et deux cycles successifs peuvent donc être en fonctionnement simultanément. Les arrêts d'irrigation ou les variations imprévues de pression sont ainsi simultanément affectés à ces deux cycles. Dans le cas d'une irrigation en grande exploitation, ces erreurs sont jugées négligeables ; on considère que, sur une longue période (plusieurs semaines), la compensation des doses apportées entre ces deux cycles est suffisante.

Des hypothèses de simplification spécifiques de ce système ont été posées du fait de la difficulté liée aux déplacements des asperseurs :

- 1) Le temps de déplacement d'arroseurs sur la rampe est négligé.
- 2) Le temps d'irrigation effectif est considéré comme le même pour chaque rampe
- 3) La première rampe est considérée comme un guide pour toutes les autres rampes du champ. Cette dernière disposition conduit à ne pas tenir compte des déplacements entre les rampes puisque toute l'irrigation est pilotée selon la rampe n°1, en faisant l'hypothèse que tous

les événements vécus sur celle-ci (arrêts, variation de pression, pluies...) sont vécus sur toutes les rampes de la parcelle.

La longueur totale du cycle est alors calculée à partir de cette première rampe:

$$DTC = TA * NC / NA$$

Avec : TA = temps d'irrigation

NC = nombres de clapets sur la rampe

NA = nombre d'asperseurs sur la rampe

Pour la couverture totale, ce système de *rampe guide*, est suffisamment robuste pour être correctement valorisé dans le cadre du pilotage de l'irrigation d'une exploitation industrielle.

2.3.2 Couverture intégrale.

En couverture intégrale, tout l'équipement d'irrigation, tuyaux et arroseurs, est installé à demeure sur la parcelle. L'irrigation est organisée en secteurs ; grâce à la présence de vannes en bout de chaque rampe, on peut gérer la distribution de l'eau.

L'équipement de chaque parcelle est correctement décrit et sauvegardé dans la base de données. Le conseil calculé à partir du bilan hydrique est affiché en temps d'irrigation (H, mn) et en dose à appliquer (mm).

Pour le même genre d'équipement, même espacement entre les rampes et même réglage des arroseurs sur la rampe, les conseils en durée d'arrosage et en hauteur d'eau appliquée sont indépendants du nombre d'arroseurs.

Si le temps d'application calculé est considéré comme identique à tous les secteurs de la parcelle, une erreur, ou une quelconque hétérogénéité dans l'application de la dose ne peuvent provenir que des variations de pression.

Le pilotage du système en couverture intégrale est plus aisé que celui en couverture totale. Quand la description des équipements est correcte dans la base de données, il n'y a plus qu'à saisir des temps et des relevés de compteurs.

2.3.3 Pivots

Du fait de son mouvement giratoire, le pivot présente des caractéristiques et des contraintes de maintenance qui lui sont propres. Pour l'agronome, la caractéristique la plus notable est la variabilité de l'intensité de la pluviométrie qui augmente avec la distance au centre. Celle-ci peut atteindre en bout de rampe des valeurs importantes (> 100 mm/h) qui, face aux capacités d'infiltration des sols, peut entraîner des dégradations telles que :

- Lixiviation.
- Ruissellement
- Erosion
- Compactage.

Le mode de pilotage des pivots par le logiciel résulte d'un compromis entre les capacités hydrauliques du sol, les besoins en eau de la culture, les caractéristiques hydrauliques du matériel et les volumes d'eau mobilisables à la station de pompage.

Un autre point important, et difficile à évaluer, doit être pris en considération : la dose d'eau, souvent insuffisante, pendant la période de grande croissance. Cette insuffisance explique la difficulté d'atteindre des forts rendements avec ce type d'équipement en cas de mauvaises conditions climatiques.

Ce type d'irrigation demande une bonne connaissance des capacités hydraulique du sol.

2.3.3.1 Bases de la modélisation.

La dose d'eau, adaptée au besoin de la culture, dépend des volumes actuellement mobilisables et de la conception du réseau de distribution ; elle repose aussi grandement sur la résolution de problèmes d'organisation. Deux questions principales doivent être posées : le pivot peut-il satisfaire l'intégralité des besoins en eau de la culture ? Et si oui, quelle est la vitesse limite à adopter pour réduire le risque de ruissellement ?

La dose nominale quotidienne applicable (DNQA) est fixe et spécifique d'un pivot. Elle dépend uniquement des caractéristiques hydrauliques de débit et de pression conçues par le fabricant, dans des conditions normales d'utilisation. En regard des besoins journaliers de la culture (BesQP), deux situations peuvent se présenter :

$$\textcircled{1} \quad \text{BesQP} < \text{DNQA}$$

L'appareil est apte à satisfaire la totalité des besoins en eau de la culture.

$$\textcircled{2} \quad \text{BesQP} \geq \text{DNQA}$$

L'appareil ne satisfait que partiellement les besoins en eau de la culture.

Avec,

$$\text{BesQP} = \text{ET}_0 * K_c / \text{eff} \quad (\text{mm/j})$$

$$\text{DNQA} = \text{DNA} * 24/\theta \quad (\text{mm/j})$$

$$\text{DNA} = \text{Dose nominale de l'appareil} \quad (\text{mm})$$

$$\theta = \text{Temps de rotation nominal correspondant, en heure par révolution}$$

$$\text{eff} = \text{efficience de l'irrigation}$$

Le principal objectif est de limiter le risque d'érosion, au moins à l'extrémité de la rampe. Pour cela, il est nécessaire que la pluviométrie en ce point soit inférieure à la conductivité hydraulique du sol K (mm/h), mesurée en phase insaturée. Cette donnée ne peut être obtenue que sur la périphérie de la parcelle.

La valeur V du réducteur, qui règle la vitesse de rotation, est inversement proportionnelle au temps de rotation de la rampe et à la hauteur d'eau appliquée ; cette valeur peut être calculée par les algorithmes suivants, établis d'après les données du constructeur et des mesures in situ :

$$\textcircled{3} \quad V_1 = a * 10^{-n} * \theta^2 + b * \theta + c,$$

$$\textcircled{4} \quad V_0 = a * 10^{-n} * \text{DBP}^2 + b * \text{DBP} + c$$

Le coefficient b est négatif dans ces deux équations.

Pour satisfaire la condition de non ruissellement, l'ajustement V du réducteur doit respecter la condition $V \geq V_1 = f(\theta)$; le réglage V du réducteur correspond ainsi à une vitesse plus rapide.

Cas 1- Si $B_{esQP} < DNQA$

La dose nominale quotidienne de l'appareil étant supérieure au besoin en eau quotidien de la culture, l'irrigation peut être réalisée dans des conditions proches de l'évapotranspiration maximale (ETc). On va donc rechercher le réglage V du réducteur qui permet de réduire au mieux le ruissellement tout en satisfaisant au mieux le besoin en eau de la culture.

Auparavant, les relations suivantes doivent avoir été établies, en fonction des données de terrain ou des données du constructeur :

$$V_1 = f(\theta) \quad \textcircled{3}$$

$$V_0 = f(\text{dose d'eau}) \quad \textcircled{4}$$

De plus, le besoin en eau de la culture est respecté si la condition $V_0 = f(DBP)$ est satisfaite.

Si $V_0 \geq V_1$, KANEAU conseillera V_0 , sinon V_1 sera appliquée. Dans ce cas, la hauteur d'eau appliquée est inférieure à la valeur calculée (dose d'eau < DBP), et alors le besoin en eau n'est pas satisfait, au moins pour ce cycle. La décision d'appliquer ou non le conseil est laissée à l'initiative de l'utilisateur qui prendra en compte les caractéristiques de l'environnement. Si l'environnement n'est pas très érosif, il sera possible de satisfaire les besoins en eau en appliquant V_0 .

Cas 2- Si $B_{esQP} \geq DNQA$

L'irrigation doit être journalière, sans interruption, et le besoin en eau sera satisfait seulement si $B_{esQP} = DNQA$. D'un point de vue hydraulique, cette condition n'est pas simple à réaliser et peut occasionner des problèmes d'organisation et de maintenance aux exploitants. Une seule stratégie est conseillée par KANEAU, la vitesse maximale de révolution. Dans les faits, la vitesse maximale sera toujours obtenue avec un réducteur à $V=100\%$ (la rampe fait un tour en un jour). Mais l'exploitant, peut choisir une autre stratégie correspondant à une vitesse plus lente. Ce choix sera fait en fonction des capacités d'infiltration du sol évaluée par la conductivité hydraulique (K mm/h) mesurée en la phase non saturée. Le formulaire "choix de la vitesse" permet de saisir cette valeur qui correspond aux graduations du cadran de réglage du réducteur.

Si $B_{esQP} > DNQA$, les besoins de la culture ne seront jamais satisfaits. Dans cette situation, l'exploitant fait "au mieux" et KANEAU lui permet alors d'enregistrer a posteriori les performances de l'irrigation.

2.3.3.2 Contrôle des performances de l'irrigation fournies par KANEAU.

L'utilisation d'un outil de traitement de données permet de stocker des données utiles pour un calcul a posteriori de ratios de performance de l'irrigation. Ces ratios sont évalués en fin de cycles. La dose d'eau appliquée, prise en compte dans le calcul du bilan hydrique, est calculée selon deux options :

- d'après les relevés des débitmètres (donnés par défaut),
- d'après la relation $DA = f(V)$, en supposant que débits et pressions conservent leurs valeurs standards.

La connaissance du temps de consommation (TC) de la dose d'eau apportée DA, est pertinente :

$$TC(h) = (DA * 24) / (ETc.adjj)$$

De plus, ce temps de consommation rend possible le calcul de la date de reprise d'irrigation.

Ce temps de consommation est comparé au temps d'application $TA = f(V)$, calculé à partir des données du fabricant. Si $TA > TC$, la satisfaction en eau n'est pas accomplie et nous sommes alors dans la situation où $BesQP > DNQA$.

Le temps d'application de l'irrigation est calculé par la relation $TA = f(V)$. Si l'irrigation est interrompue, le temps effectif d'application de l'irrigation devient alors : $TEA = \Sigma stops + TA$.

Avec, $\Sigma stops$ = somme des temps d'interruptions de l'irrigation.

Si $TEA \leq TC$, les interruptions d'irrigation n'affectent pas la qualité de l'irrigation.

Si $TEA > TC$, l'efficacité de l'irrigation est réduite et la qualité de cette irrigation sera exprimée par l'indice de réalisation opérationnel du cycle (IREO).

3 Conduite à tenir en cas de pluie.

Lorsqu'une pluie survient pendant le cycle d'arrosage, l'exploitant doit décider si l'irrigation doit être arrêtée ou continuée. En culture industrielle, sur de grandes surfaces, on retient comme principe rationnel que les parcelles ne peuvent pas être individualisées, sauf à mettre en place une organisation lourde et pas forcément efficace. Le risque est alors celui d'une érosion locale, et limitée dans le temps, que l'on doit cependant chercher à réduire au mieux, en essayant d'être au plus près du bilan hydrique et en appliquant les techniques culturales appropriées.

Le diagramme de la figure 4 schématise l'incidence d'une pluie survenant à l'instant t sur une position n . Afin de laisser l'exploitant libre de sa décision, le module de calcul du bilan après

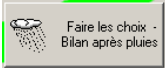
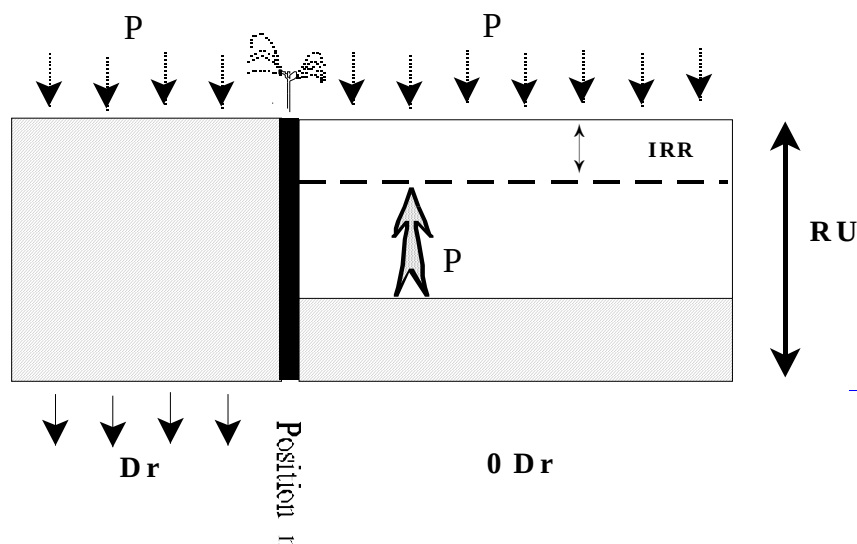
pluie est *optionnel*, et appelé par un bouton . Celui-ci permet de lancer le calcul de la dose qui devrait être appliquée sur le reste de la surface à arroser après la fin de la pluie. Les étapes du calcul sont définies sur l'organigramme de la figure 5.

Fig.4 - Incidence d'une pluie sur une parcelle en cours d'arrosage



Lorsque l'exploitant décide d'interrompre l'irrigation pendant une pluie, la succession des opérations sera la suivante :

- ❖ Finir l'arrosage de la position en cours (s'il s'agit d'un pivot, terminer la rotation en cours).
- ❖ Noter le rang n de ce poste.
- ❖ S'il y a un compteur volumétrique (fonctionnel), noter l'index.
- ❖ Il n'y a pas de saisie de date puisque le tour d'eau n'est pas terminé.
- ❖ L'arrêt d'irrigation dû à la pluie est saisi dans le formulaire "BILAN des ARRÊTS d'IRRIGATION".
- ❖ Le calcul du bilan est lancé à la fin de la pluie.

Le cycle d'arrosage de la parcelle se termine donc avec une autre dose $DA2$ et un autre temps d'application $TA2$. Ce faisant, les risques d'érosion et de perte d'eau par drainage n'existent que sur la surface arrosée avant la position n (fig.4). L'importance de ces risques dépend évidemment de la surface déjà arrosée, donc du rang n de la position en cours. Le problème ne se pose pas dans les mêmes termes pour les pivots qui, finissant leur tour, arrosent la totalité de la parcelle, alors que les asperseurs n'ont pas fini les leurs.

Au démarrage du cycle d'arrosage suivant, la question qui se pose est de savoir quelle dose retenir pour le calcul du bilan hydrique puisque la parcelle a reçu **DEUX** doses. On comprend bien que les résultats du calcul du bilan hydrique vont dépendre de l'option choisie, et de la surface déjà arrosée au moment de l'arrivée de la pluie (donc du rang n). L'objectif étant d'obtenir une valeur moyenne au niveau de la parcelle ; on calcule donc une dose moyenne au prorata des surfaces arrosées:

$$DA = \frac{n}{NP} * DA1 + \frac{(NP - n)}{NP} * DA2$$

$DA1$ = dose apportée avant la pluie

$DA2$ = dose apportée après la pluie

NP = nombre de positions

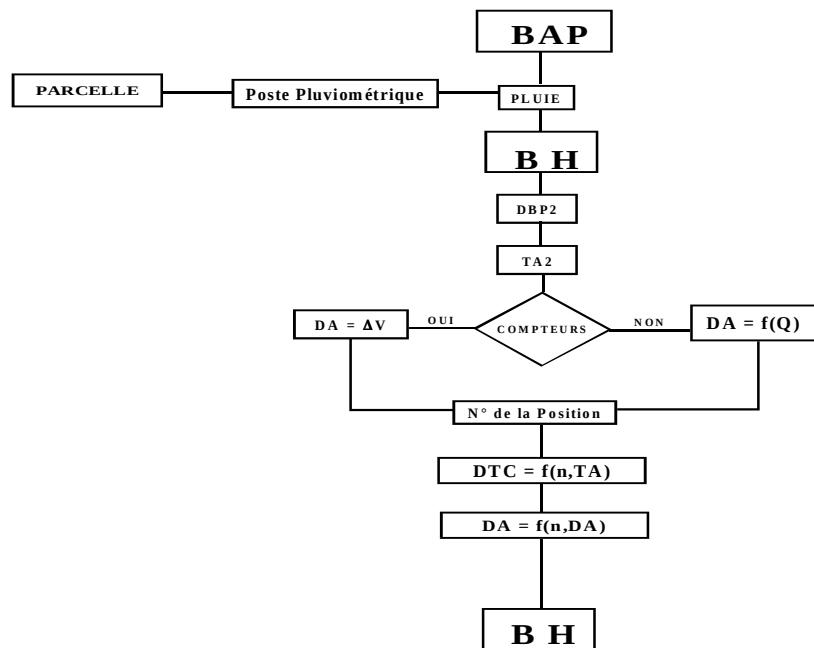
n = rang de la position en cours

Le cas du pivot est simple puisque le bilan est calculé pour une nouvelle rotation. Mais, le risque d'érosion est plus élevé puisque le pivot termine la totalité de son tour sous la pluie. Le temps total d'arrosage du cycle devient alors :

$$DTC = n * TA1 + (NP - n) * TA2$$

$TA1$ = Temps d'arrosage appliqué avant la pluie.

$TA2$ = Temps d'arrosage appliqué après la pluie.

Fig.5 - Calcul du bilan en cas de pluie

4 Aide à la décision en cas de pénurie d'eau

Lorsque les débits disponibles au niveau des stations de pompage sont insuffisants pour couvrir la totalité des besoins théoriques de l'ensemble des parcelles, KANEAU propose à l'exploitant une stratégie d'irrigation en fonction de paramètres agronomiques pertinents. En effet, la question récurrente qui se pose, délicate à résoudre, est : doit-on distribuer le peu d'eau disponible sur l'ensemble des parcelles ou doit-on réserver ces volumes d'eau à certaines parcelles ?

La démarche retenue dans KANEAU est la hiérarchisation des parcelles selon un système de sélection. C'est ce que fait ce logiciel en calculant un ensemble de solutions qui résultent d'un compromis entre le besoin en eau de la parcelle, son bilan hydrique historique et les disponibilités effectives du réseau.

L'objectif est d'irriguer seulement les seules parcelles que le débit amont disponible permet de satisfaire totalement.

Pour cela KANEAU établit un classement des parcelles à irriguer d'après deux niveaux de priorités :

- * Le premier niveau, agronomique, s'adresse au cycle de culture. Les vierges sont placées en priorités 1, suivies en priorité 2 des repousses de moins d'un mois. Viennent ensuite, en priorité 3, les champs en grande croissance.
- * Le deuxième niveau est bioclimatique. Le critère retenu est le **déficit cumulé relatif d'alimentation hydrique**, qui représente le déficit d'alimentation hydrique depuis la récolte :

$$dcum = \left(\sum_1^j (ET_c - ET_{c\ adj}) \right) j \div \sum_1^j ET_{c\ j} * 100$$

Les parcelles prioritaires sont celles qui présentent les $dcum$ les plus élevés. Elles sont classées dans l'ordre des $dcum$ décroissants. On vérifie ensuite le nombre de parcelles irrigables par comparaison des débits Q_s de la station avec la somme itérative des débits instantanés Q_p des



bornes. Le calcul de hiérarchisation, optionnel, est appelé par le bouton après le calcul du bilan hydrique. Il reprend toutes les parcelles (associées à une station) et en propose un ordre de priorité. Si l'exploitant décide de suivre le conseil de KANEAU, l'irrigation sera arrêtée sur certaines parcelles. Dans le cas de la couverture intégrale, la position en cours sera terminée, et l'irrigation reprise sur la position suivante. Cette interruption de l'irrigation doit être notée dans le formulaire prévu à cet effet; on notera la durée de l'arrêt et la cause de l'arrêt (énergie ...). Elle sera prise en compte au même titre que tout autre interruption dans la routine "bilan des arrêts de l'irrigation". De la même façon, le pivot sera arrêté sur sa position.

Lorsque l'exploitant fait appel à ce module, Il a deux types de décisions à prendre :

- ne pas déclencher l'irrigation sur certaines parcelles
- arrêter l'irrigation sur d'autres.

Les conseils systématiques, issus du bilan hydrique, et optionnels, issus du calcul de hiérarchisation, apparaissent alors dans deux tableaux bien séparés. Les parcelles dont le bilan hydrique vient d'être calculé ce jour, pour être aisément identifiables, apparaissent en rouge dans le tableau de hiérarchisation.

5 Description du logiciel.

5.1 Généralités (fig.6)

KANEAU s'adapte à n'importe quel matériel d'irrigation, sans remettre en cause le schéma de calcul des conseils en irrigation. Le calcul des doses à apporter est réalisé automatiquement ou à la demande sur des périodes de temps définies par l'utilisateur. Les précipitations ainsi que d'autres facteurs, tels que l'évapotranspiration, le coefficient cultural et le coefficient d'efficacité des matériels, sont pris en compte par la procédure qui effectue le bilan hydrique de la parcelle. Le logiciel fournit une aide :

- au choix de la priorité des parcelles
- au calcul de la date d'arrêt de l'irrigation.

Pour les conseils et les bilans, tous les paramètres de l'irrigation annuelle sont stockés dans des tables différentes. Ils permettent une meilleure connaissance de ce qui est arrivé durant l'année d'irrigation et ainsi un meilleur usage ultérieur de l'eau.

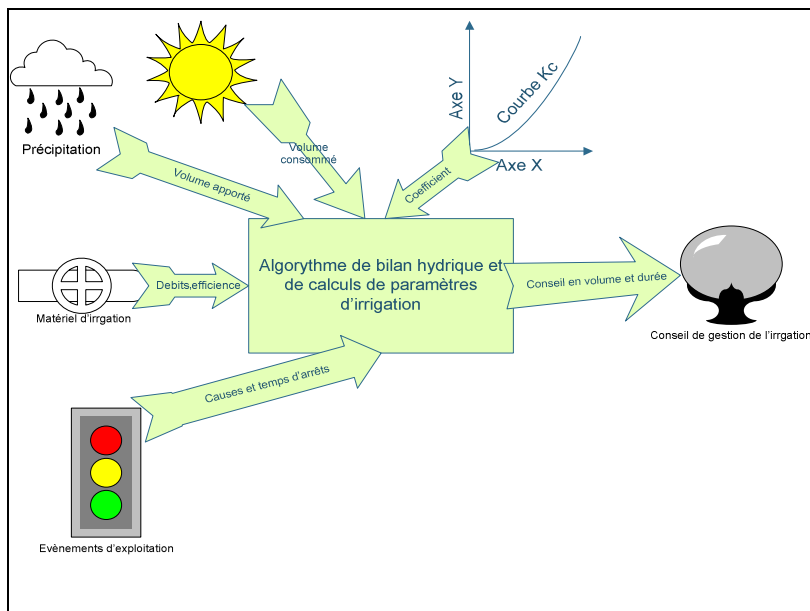


Figure 6 : Schéma de principe du logiciel

5.2 Écran de démarrage (fig.7)

Il s'agit d'un bandeau d'information qui permet de faire patienter les utilisateurs pendant la connexion à la base de données et l'ouverture de Kaneau.



Figure 7 : Ecran de démarrage

5.3 Tableau de bord (fig.8 et 9)

Le tableau de bord permet d'accéder facilement à toutes les parties de l'application (fig.8). Le nombre de fonctionnalités étant élevé, elles ont été ordonnées en différentes rubriques d'usage routinier et d'usage avancé (fig.9) :

5.3.1. Usage routinier (onglet « Opérations courantes ») :

- Début de cycle
- Visualisation des conseils
- Saisie des arrêts d'irrigation
- Visualisation des conseils après pluie
- Saisie de la fin d'irrigation du cycle

5.3.2. Usage avancé (onglet « Analyses et paramétrages du système ») :

- Paramètres de gestion des cycles
- Saisie des coefficients cultureux
- Hiérarchisation de l'irrigation
- Graphique sur l'usage de l'eau
- Sorties du bilan hydrique

5.3.2.1. Bilans

- Bilan des fins d'irrigation
- Synthèse des données cumulées
- Bilan hydrique manuel (calculs a posteriori)

5.3.2.2. Gestion des données

- Données Extérieures
 - Données pluviométriques
 - Données climatologiques
- Données de base nécessaires à la représentation de l'exploitation
 - Gestion du matériel (installation sur une parcelle)
 - Gestion des parcelles (paramétrage des parcelles et des campagnes)
 - Stations de pompage
 - Catégories de repousse

5.3.2.3. Outils de gestion de la base de données

- Historique
- Réparation (Réparation automatique des index de la base de données)

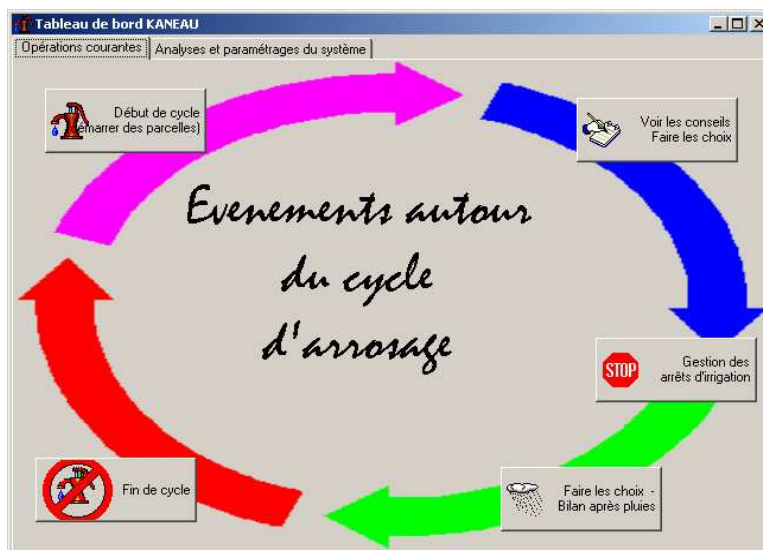


Figure 8 : Tableau de bord – Opérations courantes



Figure 9 : Tableau de bord : Le choix des onglets permet de lancer des tâches individualisées.

5.4 Démarrage de cycle (fig.10)

Il s'agit de saisir les informations nécessaires au démarrage de cycle et aux divers calculs liés au cycle précédent.

Démarrer des Cycles

Démarrer le cycle au : 17/10/1998 Pour la campagne : 1999

	Année	Parcelle	variété	Catégorie	DateCoupe	N° Cycle	Date de début	Date de fin
	1999	428	NCO376	02R	01/02/1998	(null)	(null)	(null)
▶	1999	429	NCO376	01R	15/01/1998	(null)	(null)	(null)
	1999	435	CO957	04R	10/03/1998	(null)	(null)	(null)
	1999	436	SP70142	03R	17/02/1998	(null)	(null)	(null)
*								

Démarrer l'irrigation de la parcelle

Parcelle	Date	Heure	Index Compteur (V1)	Pressions moyennes mesurées (sur le cycle précédent)	Premier cycle de la campagne
429	17/10/1998		0	0	☒ Oui

Index compteur de fin de cycle précédent (si existant)

☒ Démarrage

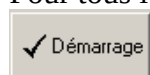
Figure 10 : Démarrage de cycle

L'interface de la fenêtre est le « modèle » de conception des autres fenêtres. Toutes les fenêtres se lisent de haut en bas. Dans la partie supérieure (bandeau jaune), on affiche la date à laquelle on souhaite faire démarrer le cycle, et l'année de la campagne. Ensuite, dans la partie haute de la grille de données (grisée), apparaît l'ensemble des parcelles pouvant être irriguées à cette date. En cliquant sur la colonne à gauche de la colonne « Année », on sélectionne la parcelle à mettre en irrigation. Les données sont alors affichées dans le cadre du bas de l'écran pour que l'on puisse les modifier.

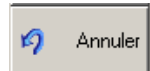
Remarque : lorsque la campagne de récolte couvre deux années (hémisphère Nord), le millésime attribué à la campagne est celui des récoltes de fin de campagne. Exemple : un champ récolté en novembre 2002 est noté « campagne 2003 », un champ récolté en mars 2003 est noté « campagne 2003 ».

Dans la partie basse on saisit les informations nécessaires au début du cycle : date et heure de début, pressions moyennes si disponibles, mesurées sur le cycle précédant (pour le calcul de la dose apportée), index compteur pour le calcul de la dose.

Pour tous les écrans :



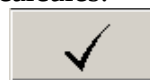
Valide les saisies



Annule les saisies



Autorise l'accès à l'écran montrant l'ensemble des conseils qui viennent d'être calculés.



Ferme l'écran.

5.5 Visualisation et traitement des conseils en irrigation (fig.11)

Conseils compris entre le : 09/10/1996 Et le : 07/10/1997

	Parcelle	Date	Dose brute prévue	Temps d'apport	ListeChoix	Durée conseillée	Vitesse rotation normale	Vitesse rotation choisie
▶	208	10/10	20.57	77	46.93;93.00;	61.41	46.92	40.57
	208	12/10	21.97	83	43.96;87.13;	65.60	43.96	43.96
	208	14/10	23.84	91	40.57;80.39;	71.17	40.56	40.56
	208	20/10	19.62	78	49.15;97.41;	58.59	49.15	49.15
	208	24/10	22.26	91	43.37;85.94;	66.51	43.36	43.36
	208	30/10	24.65	105	39.25;77.79;	73.58	39.25	39.25
	208	07/11	25	193	38.72;76.73;	74.61	38.71	38.71
	208	26/01	13.24	209	72.49;100.0	39.52	72.49	72.49
*								

☐ Cocher Tous
 ☐ Décocher Tous
 ☐ Traiter les conseils cochés
 ☐ Accepter les conseils cochés
 ☐ Voir/Imprimer les conseils
 ☐ OK

Conseil pour la parcelle 208 pour le cycle débutant le 14/10/1996

Parcelle	Vitesse	Temps	Vitesse	Nb Tours	Durée de la rotation	Durée de consommation
208	40.57	71.17	40.57	1	59.20	75.60

☐ OK
 ☐ Supprimer le cycle
 ☐ Annuler

Figure 11 : Visualisation et traitement des conseils

Ce module permet à l'utilisateur de consulter les conseils en irrigation générés par l'application et de faire ses choix en fonction de ces conseils. Cette liste, éditable, permet d'imprimer un état comportant l'ensemble des conseils et choix de la période.

La partie supérieure permet la sélection de la période. Une fois celle-ci faite, la liste affiche l'ensemble des conseils durant cette période. L'utilisateur peut alors sélectionner un conseil unique pour en afficher le détail et saisir les valeurs souhaitées. Il peut aussi sélectionner plusieurs conseils et cliquer sur le bouton « accepter tous les conseils cochés » pour valider le calcul fait par le logiciel.

Dans la partie inférieure, celle qui contient les détails, la flèche bleue permet d'accepter le conseil et les deux flèches noires permettent de convertir le temps en dose et inversement.

5.6 Saisie des arrêts d'irrigation (fig.12)

Figure 12 : Saisie des arrêts d'irrigation

On saisit ici tout ce qui concerne les arrêts d'irrigation. Ces arrêts peuvent être de différents types :

- arrêts liés à l'exploitation, (façons culturales, entretiens, etc...),
- arrêts exceptionnels comme les pannes ou la casse,
- arrêts dus à la pluie qui peuvent ou non entraîner une modification dans le calcul du bilan hydrique et donc un nouveau conseil pour les doses à appliquer après la pluie.

La date d'arrêt est saisie dans le calendrier déroulant. Au-dessous, deux onglets permettent soit de modifier un arrêt d'irrigation déjà saisi, soit d'en créer un nouveau. Lorsque ce choix est fait, une liste affiche soit les parcelles dont un cycle est en cours, soit les arrêts déjà enregistrés pour la date du jour.

La partie inférieure permet de saisir le détail des informations liées à l'arrêt.

Les informations rang et index sont utilisées dans le cas des arrêts dus à la pluie pour lesquels on veut lancer le bilan après pluie.

On peut accéder à partir de cette fenêtre à un état affichant le récapitulatif des arrêts.

5.7 Visualisation et traitement des conseils après pluie (fig.13)

Figure 13 : Visualisation et traitement des conseils après pluie

Cette fenêtre affiche des informations similaires à celle du conseil en début de cycle.

5.8 Saisie de la fin d'un tour d'eau (fig.14)

Parcelle	N° Cycle	N° Cycle théorique	Date de début	Heure de début	Durée	Débit	Dose brute prévue	Date de fin	Heure de fin
208	1	0	26/01/1997	10:00	0	0	13.21797	31/12/3999	(null)

Arrêt du Cycle concernant la parcelle 208 débutant le 26/01/1997

Parcelle	Date d'arrêt	Heure d'arrêt	Fin l'asp ?	Sevrage ?	Index Compteur (V2)	Pressions moyennes mesurée
208	26/01/1997		☐ Oui	☐ Oui	0	0

Figure 14 : Saisie de la fin de l'irrigation

Cet écran permet la saisie des informations liées à l'arrêt de l'irrigation. Ceci ne correspond pas à la fin du cycle, mais simplement au moment où on arrête d'irriguer la parcelle (date Fn de la figure 3). On indique la date et l'heure d'arrêt, et si on est en fin de période (fin d'Iasp ou d'Ipsp).

Le fonctionnement de cette fenêtre est similaire aux autres. Le fait de cocher les cases « Fin Iasp » et/ou « Sevrage » permettent d'indiquer des fins de périodes d'irrigation ainsi que des cumuls particuliers dans certains états de sortie.

5.9 Bilan hydrique « optionnel » (fig.15)

IdCycle	Parcelle	NCycle	NcTh	Ddebut	HDeb	Durée	Debit	DBP	
24025	208	20	-1	10/10/1996	10:00	71.16433	71.08	23.79801	1
24026	208	21	-1	12/10/1996	21:00	31.35	79.04	21.93779	1
24027	208	22	-1	14/10/1996	08:00	59.2	75.6	23.80016	1
24028	208	23	-1	20/10/1996	10:00	85.61	116.73	19.5936	2
24029	208	24	-1	24/10/1996	08:00	85.61	116.75	22.24465	2
24030	208	25	-1	30/10/1996	10:00	85.61	121.71	24.60821	0
24031	208	26	-1	07/11/1996	10:00	0	0	24.95188	0
24032	208	1	0	26/01/1997	10:00	0	0	13.21797	3

Figure 15: Bilan hydrique « manuel »

L'exploitant peut demander l'édition d'un bilan hydrique spécifique en fonction des éléments saisis dans la partie « traitement des conseils ». Il peut ainsi effectuer une simulation en dehors du cycle en cours sans l'influencer. On peut effectuer le calcul du bilan hydrique sur cycle ou bien hors cycle (hors cycle : entre deux irrigations). Si on travaille sur un cycle, on indique le cycle dans la liste. Si on travaille hors cycle, on sélectionne « date de début », « date de fin », et « numéro de parcelle ». Ces résultats peuvent être imprimés.

5.10 Ajustement du coefficient cultural Kc (fig.16)

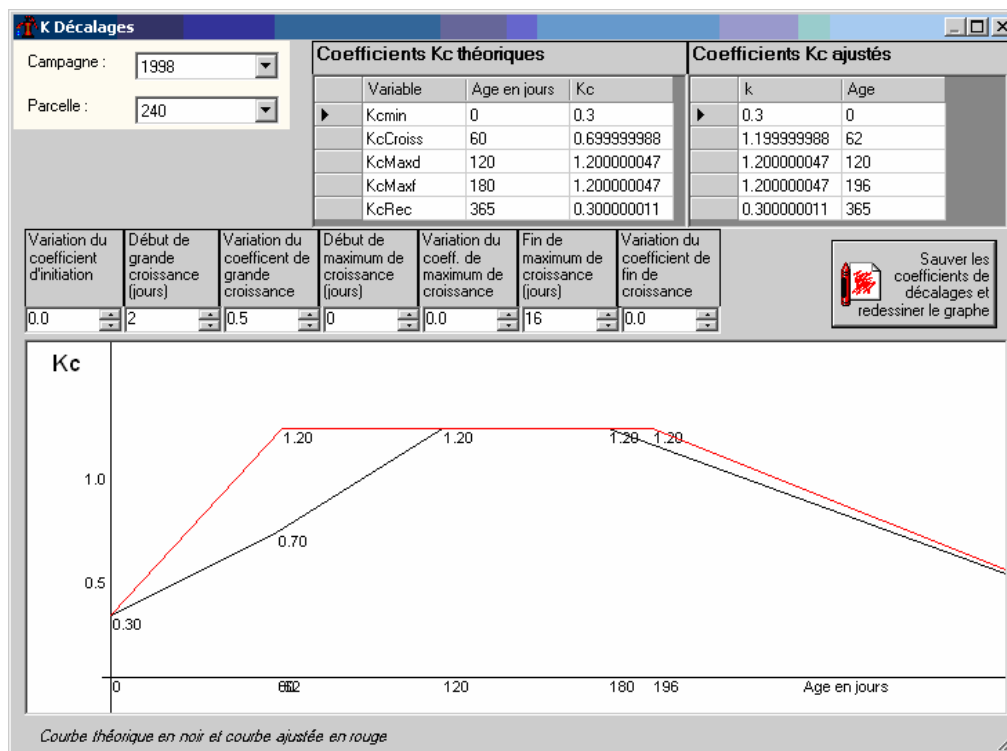


Figure 16 : Fenêtre d'ajustement des coefficients Kc

Lors du calcul du bilan hydrique, l'évapotranspiration réelle est calculée en fonction de facteurs climatiques, pédologiques et en fonction de l'âge de la canne qui correspond à un stade de croissance. A ce stade de croissance correspond un coefficient cultural Kc. Cependant, au moment du déclenchement d'un tour d'eau, le stade de croissance et donc le coefficient Kc ne correspond pas forcément à celui qui était prévu ; ce décalage fréquent est imputable soit à des conditions climatiques adverses soit à l'application incorrecte des travaux culturaux (fertilisation en retard, irrigation insuffisante, désherbage...). Le logiciel permet de moduler facilement les valeurs de ce paramètre. Cette fonctionnalité présente un intérêt non seulement pour l'exploitation mais aussi pour la recherche en facilitant des tests de variations des conditions d'arrosage.

La fenêtre permet de saisir, pour les différentes parcelles, le décalage à prendre en compte avec ses dates de validité. Chaque changement d'une valeur est transféré sur le graphique.

5.11 Sorties graphiques du bilan hydrique (fig.17)

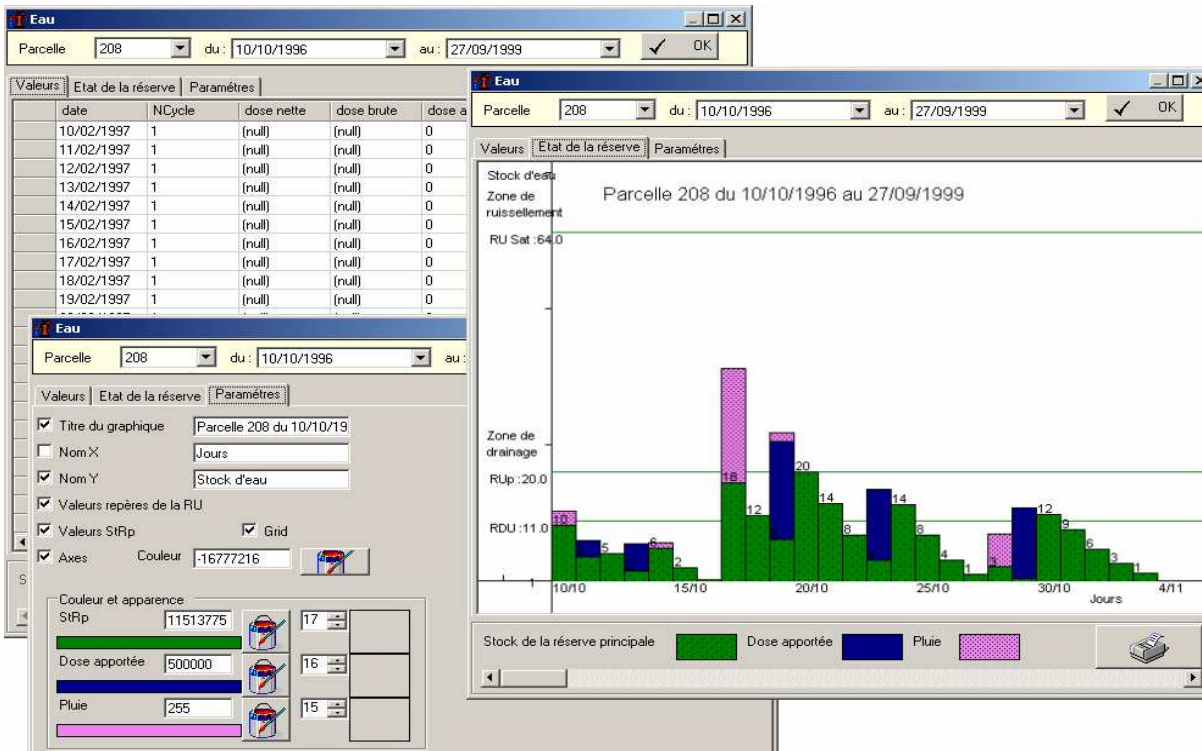


Figure 17 : Graphique d'évolution de quelques termes du bilan hydrique

La fenêtre affiche graphiquement les données d'évolution de tous les termes du bilan hydrique sur une parcelle. Sa partie supérieure (fond jaune cadre en haut à gauche) permet de choisir la parcelle et les dates entre lesquelles le bilan hydrique doit être calculé.

5.12 Sorties du bilan hydrique (fig.18)

Figure 18 : Saisie des paramètres pour les sorties du bilan hydrique

Cette fenêtre permet de saisir le numéro de la parcelle et l'intervalle de dates pour lequel on souhaite avoir un état récapitulatif des paramètres du bilan hydrique. Il suffit ici de sélectionner les valeurs dans les calendriers et dans la liste déroulante.

5.13 Bilan des fins d'irrigation (fig.19)

Cette fenêtre donne un état récapitulatif des bilans de fin de cycle sur l'intervalle de dates saisi dans le bandeau. Il suffit ici de choisir deux dates, l'écran se remet à jour tout seul.

	Parcelle	Ddebut	Hdeb	Dfin	Durée	Hfin	DA	DBP	NCycle
▶	208	10/10/1996	10:00	12/10/1996	71.16433	20:00	7.751937984	23.79801	20
	208	12/10/1996	21:00	14/10/1996	31.35	00:00	2.583979328	21.93779	21
	208	14/10/1996	08:00	16/10/1996	59.2	20:00	5.167958656	23.80016	22
	208	20/10/1996	10:00	23/10/1996	85.61	12:00	18.08785529	19.5936	23
	208	24/10/1996	08:00	27/10/1996	85.61	10:00	12.91989664	22.24465	24
	208	30/10/1996	10:00	05/11/1996	85.61	20:00	12.91989664	24.60821	25
	208	07/11/1996	10:00	09/11/1996	0	20:00	5.167958656	24.95188	26
*									

Imprimer les bilans de fin de cycles

Figure 19 : Bilan des fins d'irrigation

5.14 Synthèse des données cumulées (fig.20)

L'exploitant dispose à la fin de chaque période d'irrigation d'une synthèse de quelques paramètres pertinents. Ils doivent permettre une meilleure compréhension des événements survenus pendant la période d'irrigation et le cas échéant de conduire à des modifications de quelques processus. Cette fenêtre est seulement éditable à la fin d'une période d'irrigation; soit à la fin d'irrigation avant la saison pluvieuse (fin Iasp) soit à la dernière irrigation juste avant le sevrage (fin d'Ipsp). Elle requiert de saisir la date et la période d'irrigation (Iasp, Ipsp, sevrage) pour laquelle on souhaite avoir un état de synthèse des données cumulées.

	Parcelle	SomDBPmm	SomDBPm3	SomDAm3	SomDAm3	Nc	MaxDeNcTh	%Arrets	IREO%p	SommeDeDef	Max
▶	101	163.8635454	84389.72589	84.29956432	43414.27562	10	-1	0	330.4149642	79.56398109	En Irr
	201	69.49642181	53651.23764	8.808290155	6800	2	1	0	19.89710892	60.68813165	En Irr
	428	111.5512208	41385.50295	9.433962264	3500	8	-1	0	18.90242879	102.1172586	En Irr
	429	9.542283058	4837.937510	9.542282769	4837.937364	1	-1	0	373.9016921	2.886444239	En Irr
*											

Recalculer les éléments Imprimer la synthèse

Figure 20 : Synthèse des données cumulées



lance le calcul.



lance l'impression des résultats.

5.15 Hiérarchisation de l'irrigation (fig. 21, 22)

La fenêtre de la figure 21 permet de saisir les paramètres nécessaires au calcul de la hiérarchisation : date, code de la station de pompage et son débit.

L'utilisateur doit d'abord saisir la date à laquelle les parcelles doivent être classées, le numéro de la station de pompage et son débit effectif. La valeur du débit est totalement dépendante de l'énergie fournie par l'usine.



4 - Calculer les paramètres

Lance le calcul et le résultat s'affiche sur la partie droite de la fenêtre.



5 - Voir / Imprimer la liste des parcelles

Affiche une prévisualisation de l'impression. Le tableau imprimé fournit quelques informations supplémentaires, comme la réserve d'eau du sol, pour une meilleure évaluation du conseil calculé.



Voir carte

est une fonctionnalité qui utilise un SIG pour afficher le classement des parcelles sur la carte du complexe (fig.22).

Parcelle	PriorAgro	PriorBioClim	Qp
101	4	160.6877562	233
139	4	178.4316394	145.0400018
201	4	162.5418119	284.1600036
203	4	160.9658677	142.0800018
204	4	149.6438736	213.1200027
135	3	27.83822431	106.5600013
147	3	16.85473978	106.5600013
208	3	3.584216773	233
226	3	3.103681890	284.1600036
240	4	0	71.04000091
420	3	0	106.5600013
428	3	130.2037879	233
429	4	164.3947008	233
435	3	28.38355537	233
436	3	46.75109787	142.0800018

Figure 21 : Hiérarchisation de l'irrigation

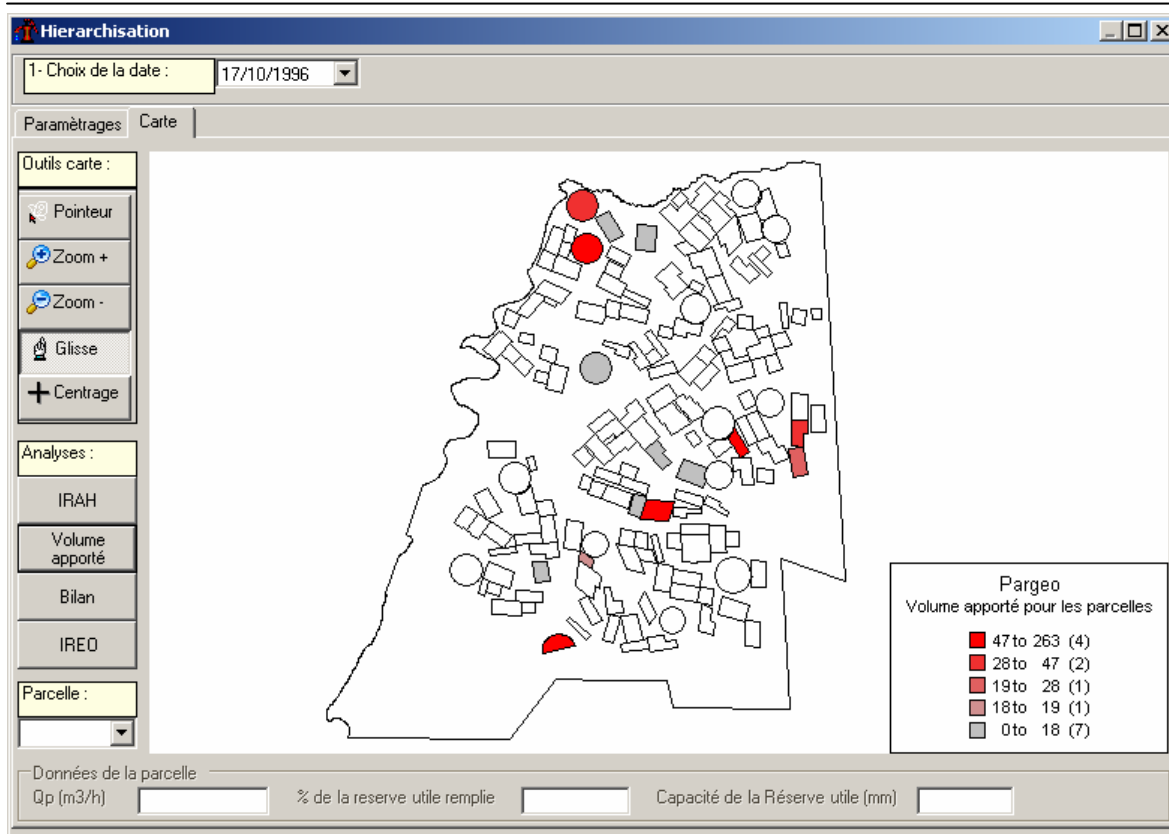


Figure 22 : Hiérarchisation de l'irrigation – Cartographie

5.16 Gestion du matériel (fig.23)

Installation Matériel

Installation Matériel à la date du : 10/10/1996

Parcelles sans matériel Parcelles avec matériel

Parcelle	Surface	Ddeb	Dfin	Matériel	Type	CoefMod	NPostes	NA
101	51.5	01/01/1995	31/12/3999	101	P	1	0	0
135	27.9	01/01/1995	30/12/3999	4	A	1	18	12
139	77.2	02/01/1994	31/12/3999	4	A	1	22	7
147	25.1	01/01/1995	31/12/3999	4	A	1	16	12
201	77.2	01/01/1995	31/12/3999	4	A	1	19	12
203	42.3	01/01/1994	31/12/3999	4	A	1	20	12
204	65.4	01/01/1995	31/12/3999	4	A	1	21	12
208	38.7	01/11/1994	31/12/3999	208	P	1	0	0
226	79.1	01/01/1994	31/12/3999	4	A	1	20	12
240	15.1	01/01/1993	31/12/3999	4	A	1	15	12
420	26.6	01/01/1995	31/12/3999	4	A	1	18	12
428	37.1	01/11/1994	31/12/3999	204	P	1	0	0
429	50.7	01/01/1995	31/12/3999	101	P	1	0	0
435	57.1	01/01/1995	31/12/3999	201	P	1	0	0
436	36.4	01/01/1995	31/12/3999	4	A	1	18	12

Installation Matériel

Parcelle	Type	Matériel	Date de début	Date de fin	Coefficient Modérateur	Nb asperseurs	Nb secteurs	Nb rampes
147	Aspersi	4:Couverture INTEG	01/01/1995	☐ Inconnue 31/12/3999	1	3	3	6

Surface / Poste (m²) 15552 Nombre de postes 16 Tour d'eau (j) 6

Modifier Annuler

Figure 23 : Gestion du matériel

Cette fenêtre permet la saisie ou la modification des informations concernant l'installation des systèmes d'irrigation.

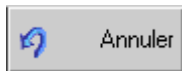
Le bandeau jaune, en partie supérieure, est le calendrier de saisie de la date courante.

La partie centrale de la fenêtre présente deux onglets « Parcelles sans matériel » et « Parcelles avec matériel ». Le premier onglet affiche la liste des champs sans équipement déjà défini ; il permet de saisir tous les paramètres liés à un nouvel équipement. Le deuxième onglet affiche la liste des champs dont l'équipement est précisément décrit ; il permet aussi, dans la partie inférieure de l'écran de les modifier si nécessaire.

Dans la partie inférieure toutes les informations spécifiques des équipements d'irrigation installés (pour les asperseurs : Nombre de postes, NA, NR) sont saisies.



Modifie toute mauvaise saisie.



Annuler l'action et renvoie à l'écran précédent.

5.17 Stations de pompage (fig.24)

Cette fenêtre permet uniquement de saisir les informations sur les stations de pompage.

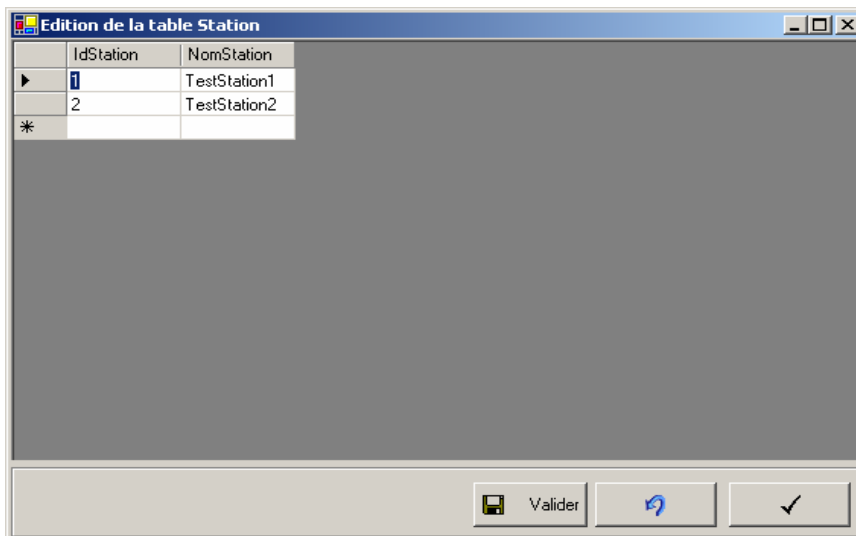
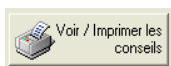


Figure 24 : Saisie des stations de pompage

6 États de sorties (fig.25)

Les états de KANEAU disposent tous d'une présentation commune : en haut le titre de l'état et le logo du CIRAD, en bas la date et le nombre page. Les images présentées sont des copies d'écran de l'aperçu avant impression des états. C'est pourquoi ces derniers ne sont pas entiers.



Lance l'impression des divers états.

L'aperçu avant impression dispose d'une barre d'outils permettant les actions représentées dans le schéma ci-dessous :

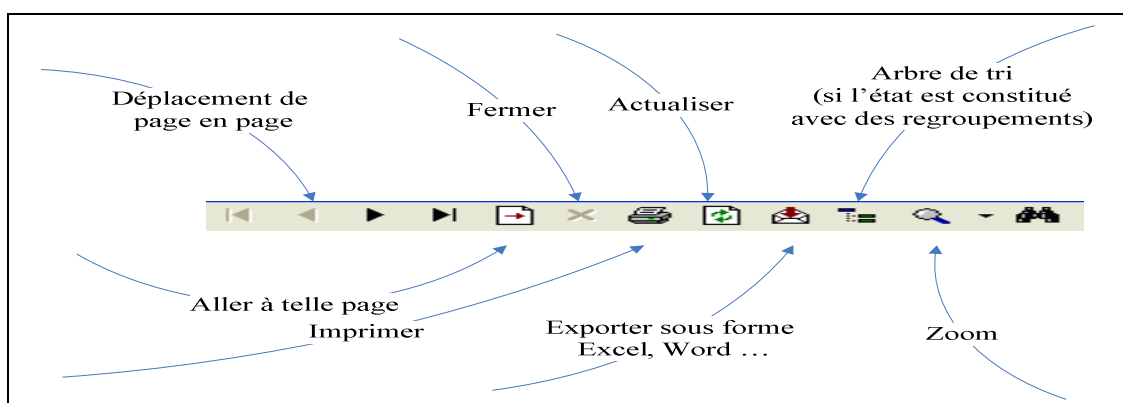


Figure 25 : fonctionnalités de l'aperçu avant impression.

6.1 État de sortie des conseils (fig.26)

Aperçu avant impression

Etat principal



Gestion d'irrigation des périmètres canniers 2007

Conseils



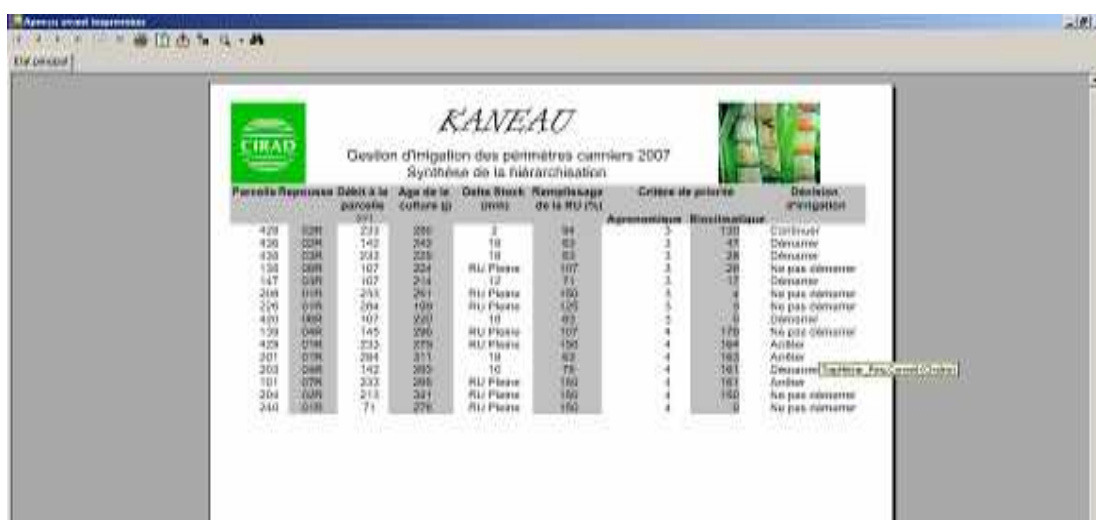
Date de début	Parcelle	CONSEIL				CHOIX					
		Dose Brute	Temps	Vitesse Rotation	Tours	Dose Brute	Temps	Débit	Vitesse Rotation	Tours	Reprise dans (h)
10/10/96	208	20.57	61.41	46.93	0	23.80	71.16	71.08	100.00	2	3.21
12/10/96	208	21.98	65.60	43.96	0	21.94	31.35	79.04	91.14	1	3.46
14/10/96	208	23.85	71.17	40.57	0	23.80	59.20	75.60	96.46	2	3.79
20/10/96	208	19.63	58.59	49.15	0	19.59	85.61	116.73	100.00	3	3.25
24/10/96	208	22.29	66.52	43.37	0	22.24	85.61	116.75	100.00	3	3.79
30/10/96	208	24.66	73.59	39.25	0	24.61	85.61	121.71	100.00	3	4.38
07/11/96	208	25.00	74.61	38.72	0	24.95	0.00	0.00	0.00	0	8.04

Numéro de page en cours : 1 Nombre total de pages : 1 Facteur de zoom : 100%

Figure 26 - Conseils de démarrage

Cet état récapitule les conseils générés en début de cycle. Ils affichent aussi le choix de l'utilisateur. Si ce choix n'a pas encore été fait, la case reste vide. Les exploitants peuvent alors noter le choix manuellement, ce qui entraînera automatiquement une saisie dans le logiciel.

6.2 État de sortie de la hiérarchisation des parcelles (fig.27)



Parcelle	Reprise	Débit à la parcelle	Age de la culture (h)	Date Block	Remplissage de la RU (%)	Critère de priorité	Décision d'irrigation
428	028	233	208	2	94	1	Continuer
428	028	142	242	18	83	3	Continuer
428	028	213	228	18	83	3	Continuer
138	088	107	224	RU Pleine	107	3	Ne pas continuer
147	038	107	214	12	71	3	Continuer
208	018	218	261	RU Pleine	180	4	Ne pas continuer
210	018	204	109	RU Pleine	125	5	Ne pas continuer
410	069	107	220	18	83	5	Continuer
139	048	145	296	RU Pleine	107	4	Ne pas continuer
428	018	232	279	RU Pleine	180	4	Arrêter
301	018	284	311	18	83	4	Arrêter
303	048	142	285	10	78	4	Continuer
101	078	232	288	RU Pleine	180	4	Arrêter
304	048	213	321	RU Pleine	180	4	Ne pas continuer
240	018	71	278	RU Pleine	180	4	Ne pas continuer

Figure 27: Récapitulatif des parcelles à irriguer en priorité

Cet état affiche le classement des parcelles à irriguer et à arrêter en fonction des débits disponibles. Il affiche également une information sur les réserves en eau des parcelles.

6.3 État de sortie du bilan après pluie et conseils

Cet état récapitule les conseils générés après une pluie. Ils affichent aussi le choix de l'utilisateur. Si ce choix n'a pas encore été fait, la case est vide et permet donc aux exploitants de les noter manuellement pour permettre ensuite une saisie dans le logiciel.

6.4 État de sortie des arrêts d'irrigation (fig.28)

Cet état récapitule les arrêts d'irrigation sur un cycle avec leur importance relative. Ces arrêts sont classés par type : casses, entretien, façons culturales, pluies... Ils peuvent être modifiés en fonction de la demande des utilisateurs.



Parcelles	N° Cycle	Causes	Temps d'arrêts (h)
208	22	Entretien normal	10.00
Total à la parcelle			10.00

Figure 28 : Récapitulatif des arrêts d'irrigation

6.5 État de sortie du bilan hydrique (fig.29)

Cet état affiche tous les paramètres hydrauliques calculés par le bilan hydrique. Ces paramètres décrivent les conditions hydrauliques des parcelles pendant l'irrigation.

Date	Cycle	K	ETR	ETM	ETR/ETM	Plais	Irrigation	Solu. pluie	SRRp/Rap	Drainage
17/10/1996	11	0.03	3.78	3.78	1.00	21.00	0.00	16.21	0.81	0.00
18/10/1996	11	0.63	3.78	3.78	1.00	0.00	0.00	11.45	0.97	0.00
19/10/1996	11	0.62	3.73	3.73	1.00	1.50	0.00	8.23	0.81	0.00
20/10/1996	11	0.62	2.77	3.70	0.75	0.00	0.00	4.46	0.22	0.00
21/10/1996	11	0.81	1.48	3.67	0.41	0.00	0.00	1.97	0.10	0.00
22/10/1996	11	0.61	0.65	3.64	0.18	0.00	0.00	0.33	0.02	0.00
23/10/1996	11	0.60	0.10	3.61	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24/10/1996	11	0.00	0.00	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/10/1996	11	0.59	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26/10/1996	11	0.59	0.00	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/10/1996	11	0.58	0.00	3.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/10/1996	11	0.58	1.88	3.46	0.55	8.00	0.00	3.11	0.16	0.00
29/10/1996	11	0.57	0.87	3.43	0.28	0.00	0.00	1.14	0.06	0.00
30/10/1996	11	0.57	0.35	3.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31/10/1996	11	0.56	0.00	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01/11/1996	11	0.56	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02/11/1996	11	0.55	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/11/1996	11	0.55	0.00	3.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figure 29 : Paramètres du bilan hydrique

6.6 État de sortie des fins d'irrigation (fig.30)

Cet état récapitule, à chaque fin de cycle, les principaux paramètres de l'irrigation.

Date	Cycle	Dose	Dose théorique	Dose appliquée	Dose pluie	Dose d'aspersion	Dose
17/10/1996	11	3.78	3.78	3.78	0.00	3.78	3.78
18/10/1996	11	3.78	3.78	3.78	0.00	3.78	3.78
19/10/1996	11	3.73	3.73	3.73	0.00	3.73	3.73
20/10/1996	11	2.77	3.70	2.77	0.00	2.77	2.77
21/10/1996	11	1.48	3.67	1.48	0.00	1.48	1.48
22/10/1996	11	0.65	3.64	0.65	0.00	0.65	0.65
23/10/1996	11	0.10	3.61	0.10	0.00	0.10	0.10
24/10/1996	11	0.00	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00
25/10/1996	11	0.00	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00
26/10/1996	11	0.00	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00
27/10/1996	11	0.00	3.49	0.00	0.00	0.00	0.00
28/10/1996	11	1.88	3.46	1.88	0.00	1.88	1.88
29/10/1996	11	0.87	3.43	0.87	0.00	0.87	0.87
30/10/1996	11	0.35	3.40	0.35	0.00	0.35	0.35
31/10/1996	11	0.00	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00
01/11/1996	11	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00
02/11/1996	11	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00
03/11/1996	11	0.00	3.22	0.00	0.00	0.00	0.00

Figure 30 : Bilan des fins d'irrigation

6.7 État de sortie des données cumulées (fig.31)

Cet état est édité à chaque fin de période d'irrigation, c'est-à-dire à la fin de la saison sèche (Iasp) et à la dernière irrigation juste avant le sevrage (fin d'Ipsp). Il résume dans un tableau les informations les plus synthétiques qui permettent une analyse pertinente de la saison d'irrigation.

Parcelles	Doses calculées		Doses Apportées		Rang (aspersion)	%Arrêts	IREO%	Déficit (mm)
	mm	m3	mm	m3				
101	163.86	84 389.73	84.30	43 414.28	10.00	-1.00	0.00%	330.41
201	68.50	53 651.24	8.81	6 800.00	2.00	1.00	0.00%	18.90
208	400.70	155 070.54	188.83	73 000.00	26.00	-1.00	4.12%	97.11
428	111.55	41 385.50	9.43	3 500.00	8.00	-1.00	0.00%	18.90

Figure 31 : Synthèse des données cumulées